

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

GEOMORFOLOŠKI TRAGOVI PLEISTOCENSKE GLACIJACIJE
U DINARIDIMA

GEOMORPHOLOGIC TRACES OF PLEISTOCENE GLACIATION
IN THE DINARIC ALPES

SEMINARSKI RAD

Ema Vlašić

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate study of Environmental sciences)

Mentor: prof. dr. sc. Neven Bočić

Zagreb, 2017.

SADRŽAJ

1. Uvod	3
2. Osnovne geomorfološke i geološke karakteristike Dinarida	4
3. Kvartarna glacijacija.....	5
4. Geomorfološki tragovi pleistocenske glacijacije	6
5. Literatura	9
6. Sažetak.....	10
7. Summary.....	11

1. Uvod

Različitim metodama istraživanja utvrđene su mnogobrojne klimatske varijacije u geološkoj prošlosti Zemlje. Jedna od najupečatljivijih promjena jest stupanje ledenog doba, perioda u kojem je kopno kontinentalnih razmjera upotpunosti zaleđeno. Pretpostvka je da su glavni faktori klimatskih promjena, periodičke varijacije u regionalnoj sunčevoj radijaciji uzrokovane promjenama u kretanju Zemlje, tzv. Milankovićevi ciklusi. No oni nisu jedini uzrok, njima se još pridružuju odnos kopna i mora, blizina pola te orogeneza i epirogeneza. Posljednje glacijalno doba za koje se smatra da i dalje traje započelo je u kvartaru prije otprilike 2 milijuna godina. Razlog zbog čega Zemlja danas nije puno većim dijelom prekrivena snijegom i ledom, nego što je nekad bila, je izmjena glacijalnih i interglacijalnih razdoblja unutar ledenog doba. Glacijali predstavljaju širenje kontinentalnog leda na jug te usporedno s time i spuštanje snježne granice, s druge strane interglacijali su razdoblja između dva glacijala u kojima dolazi do porasta temperature i povlačenja leda prema sjeveru. Stoga se trenutno nalazimo u interglacijalu koji je uslijedio nakon würmske glacijacije, posljednje od pet pleistocenskih glacijacija, prije 10 000 godina. Zbog mnogobrojnih glacijacija, glacijalni reljefni oblici značajno su zastupljeni u reljefu Zemljine površine. Međutim, reljefni oblici nastali pod utjecajem leda najčešće su vidljivi tek kad se led otopi, stoga je njihovo proučavanje otežano (Tandarić 2010). Tragovi oledbe slabo su istraženi unatoč činjenici da Dinaridi predstavljaju jedan od najvećih centara akumulacije leda. Dosadašnjim istraživanjima na području Dinarida, konkretno sjevernog Velebita, je na temelju površinskih morfoloških (denudacijskih i akumulacijskih) glacijalnih oblika utvrđeno postojanje različitih tipova ledenjaka (platoastih, cikrnih i dolinskih). Dane su prve paleoklimatske procjene a tragovi oledbe su pripisani posljednjem glacijalnom maksimumu (Faivre i sur. 2013).

2. Osnovne geomorfološke i geološke karakteristike Dinarida

Dinarske Alpe ili Dinaridi su planinski lanac koji se proteže od Italije na sjeverozapadu, preko Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije i Crne Gore, do Albanije na jugoistoku, kako prikazuje slika 1. Protežu se 645 kilometara duž obale Jadranskog mora u smjeru od sjeverozapada prema jugoistoku, smjer planine se mijenja na sjever-jug kod masiva Šar-Korab. Najviša planina Dinarida je Prokletije, planina koja se proteže od Albanije do Kosova i istočne Crne Gore. Njezin najviši vrh, Maja Jezercë, nalazi se u Albaniji, na visini od 2694 metara. Dinaridske Alpe jedne su od najprostranijih planinskih područja Europe, uz Kavkaz, Alpe, Pirineje i Skandinavske planine. Formirane su uglavnom od mezozojskih i kenozojskih sedimentnih stijena dolomita, vapnenca, pijeska i konglomerata nastale u morima i jezerima koji su nekoć pokrivali područje. Tijekom alpske orogeneze koja je započela prije 50-100 milijuna godina, ogromni bočni pritisci naborali su stijene te im izmijenili smjer pružanja. Dinarske Alpe položene su u više-manje paralelne linije, protežući se od Julijskih Alpa sve do sjeverne Albanije i Kosova, gdje se brdoviti teren spušta praveći prostor rijeci Drim i kosovskim zaravnima. Mezozojski vapnenac stvara vrlo prepoznatljivu regiju Balkana, značajnu po karakterističnome kršu. Kvartarno ledeno doba imalo je relativno malo izravnih geoloških utjecaja na Balkanu. Nema permanentnih ledenih kapa, a postoji malo dokaza o opsežnoj glaciaciji. Samo najviši vrhovi Durmitor, Orjen i Prenj imaju glacijalne doline i morene na visinama od 600 m. Međutim, u Prokletijama, koji se proteže od istoka prema zapadu (čime se razbija opći zemljopisni trend dinarskoga sustava), postoje dokazi o velikoj glaciaciji. Jedna geološka značajka od velike važnosti za današnji krajolik Dinarida, a to je vapnenački sastav stijena. Teško su i sporo erodiraju, a promjenom razine mora, brojne otoke na hrvatskoj obali čine djelomično potopljene zapadne dinarske alpe. Primjer najvećih vapnenačkih planina u Europi su one krških Dinarida. Vapnenac je izrazito porozna stijena, ali vrlo tvrda i otporna na eroziju. Voda je najvažnija korozivna sila, otapajući vapnenac kemijskim djelovanjem njegove prirodne kiselosti. Kao što propušta kroz pukotine u vapnencu otvara pukotine i kanale, često znatne dubine, tako da se razvijaju cijeli sustavi podzemne drenaže. Tijekom godina stijenska masa se sve više prošupljuje formirajući tako ogromne bezvodne špilje, ponikve, kaverne, podzemne labirinte kanala i ostale endokrške i egzokrške reljefne oblike. Dinaridske rijeke urezale su mnoge kanjone karakteristične za dinarske Alpe, a posebno krške. Među najvećim i najpoznatijim su Neretva, Rakitnica, Prača,

Drina, Sutjeska, Vrbas, Ugar, Piva, Tara, Komarnica, Morača, Lim, i Drim. Broj izvora i rijeka raste u dinarinskom rasponu, a kvaliteta vode iznimno je visoka.



Slika 1: Prikaz pružanja Dinarida.

Preuzeto s:

https://www.google.hr/search?q=dinaridi&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjg8pD4t7HWAhVHkRQKHcbTDXAQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=BQJuZOIH11-gfM

3. Kvartarna glacijacija

Kvartarna glacijacija sjeverne hemisfere jedinstvena je pojava u povijesti glacijacija. Sve do Günza(ili Mindela), veći dio pleistocena, kvartarna je glacijacija u pravom smislu te riječi bila ograničena isključivo na južnu hemisferu. Do glacijacije sjeverne hemisfere došlo je termičkom izolacijom Arktičkog oceana uzrokovanom izvjesnim padom razine mora. Termička izolacija Arktičkog oceana bila je neposredni impuls koji je pokrenuo prvi glacijal na sjevernoj hemisferi (Šegota 1963). Rasprostiranje ledenog pokrova ovisilo je o vrlo delikatnoj ravnoteži između utjecaja temperatura ljetnih mjeseci i količine padalina zimi. Limitirajući faktor stvaranja ledenog pokrova je preniska temperatura, pa se ledeni pokrov zadržava tamo gdje temperatura nije ispod donje granice optimuma, a ima dovoljno vlage, u ovom slučaju blizu Mediterana. Razvojem optimalnih uvjeta (svježije i vlažne klime), prije 70 000 godina započeo je posljednji glacijal u Europi, Würm. Trajao je do formiranja hladne i

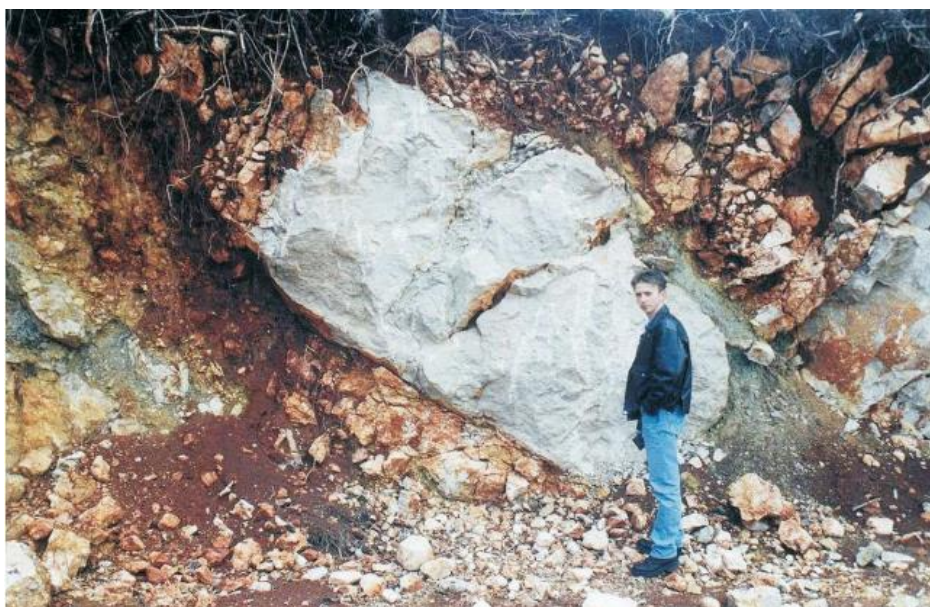
suhe klime prilikom čega su se ledeni pokrovi počeli povlačiti dokazujući da i najniže temperature same po sebi ne mogu održati ledeni pokrov ako nema dovoljno padalina. Sa stajališta geološke starosti Zemlje, posljednja oledba je relativno mlada pa možemo reći da je nedavno završila, stoga su se do danas očuvali brojni tragovi njezina postojanja prema kojima se vrlo precizno može rekonstruirati tijek klimatskih promjena u posljednjem hladnom razdoblju pleistocenske glacijacije (Šegota i sur. 1996).

4. Geomorfološki tragovi pleistocenske glacijacije

Na morfološke promjene reljefa tijekom oledbe utjecala je litološka podloga. U Dinaridima čine ju dominantno karbonati (vapnenac i dolomit) koji su podložni bržem trošenju: mehaničkom koje stvara veće količine trošnog materijala (sipari, koluvij) i korozijom agresivne sočnice koja proširuje podzemne kanale te tako stvara uvjete za razvijenu podzemnu cirkulaciju voda. Glacijalni sedimenti dinarskog krša u Hrvatskoj prepoznati su na nekoliko prostranish lokacija: Risnjaku, Kvarneru, sjevernom Velebitu, južnom Velebitu te područjima Knina i Drniša. Dokazano je da je područje srednjeg Velebita bilo vrlo povoljno za razvoj glacijacije uslijed reljefa, karakteriziranog nizom uzvišenja i zavala, uvala i ponikava što ga čini pogodnim za akumulaciju velikih količina snijega i nastanak ledenjaka, u kombinaciji sa niskim temperaturama i velikim količinama padalina zbog pogodnih zračnih struja i blizine moru. Takav tip reljefa obilježen nizom vrhova tj. uzvišenja i zavala odnosno polja, uvala i ponikava je mrežasta struktura karakteristična za ovo područje. Geomorfološki tragovi pleistocenske glacijacije, egzaracijski i akumulacijski morfološki oblici te korelativni sedimenti, su prvi put na području Srednjeg Velebita pouzdano utvrđeni kartiranjem u sklopu projekta "Geomorfološko kartiranje Republike Hrvatske". Glacijacija je bila prisutna u tri tipa - cirknom i platoastom te dolinskom. Platoasti ledenjaci su nastali spajanjem manjih cirknih izvorišta leda na uzvišenjima s obilježjima diseciranih zaravni s dubokim ponikvama (primjer: područje Debeljak, Javornik i Pjeskoviti bregovi). Tako da su sustavi dubokih ponikava imali funkciju cirkova tijekom pleistocena. Dolinski ledenjaci nastali su u udolinama, jedan od takvih tipova je i Ljuljevački ledenjak (1,5km) te ledenjak Dulubice (1km), a u sustavu spojenih duliba-ponikava ledenjak Dokozina plane (4km) s morenom dugom 500m (Bognar i sur. 1997). Ispod cirknih udubljenja na sjevernom Velebitu, pronađen je morenski materijal (u području Trapolovice) pomiješan s materijalom glaciofluvijalnog podrijetla poput heterogenog kršja, blokova, valutica i manjih zaobljenih blokova. Najčešće taj materijal gradi podinske morene, a morene su nesumnjiv materijalni dokaz egzistencije cirkne glacijacije.



Slika 2: Klast s glacijalnim strijama i nekoliko brazdi u dijamiktu s muljnom potporom.
Veliko Rujno. Preuzeto iz prezentacija profesora Tihomira Marjanca.



Slika 3: Vapnenački mega blok u tilu kod Malinske, mega blok je zaobljen i oliran, a na površini su vidljive glacijalne strije. Preuzeto iz prezentacije profesora Tihomira Marjanca.

Temeljem detaljnog sedimentološkog istraživanja sedimenti uzorkovani na području Dinarida, na području Kvarnera, identificirani su kao različiti litofacijesi i interpretirani kao glacijalni, glaciofluvijalni glaciolakustrinski i glaciodeltaični. Glacijalni sedimenti su zastupljeni diamiktnim litofacijesima, koji su određeni kao til ili tilit u obliku podinske, središnje ili bočne morene. Osnovna obilježja sedimenata čine klasti s ledenjačkim strijama, klasti ušiljenih vrhova i raspuknuti klasti. Glaciofluvijalni sedimenti obuhvaćaju sve one nastale ledenjačkim ispiranjem na prepletenim i poplavnim ravnicama, te riječne sedimente meandrirajućih tokova. Nađeni su na otocima Krku i Pgu, a glaciogeno porijeklo određeno je na temelju pridruženih facijesa, tila, klasta s ledenjačkim strijama eratičkih blokiva te klasta koji ne pripada okolišu pa se pretpostavlja da su mogli doći iz svog prirodnog okruženja jedino ledom. Glaciolakustrinski sedimenti su siltit i gline, nađeni u uvali Poljica kod Ždrila. Osnovni dijagnostički kriterij za proglacijalni karakter jezerskih sedimenata bili su ledenjački utruscite klastične varve. Glaciodeltaični sedimenti zastupljeni su konglomeratima, kalkarenitima i kalcisilitima u izmjeni. Česti nalazi klasta s ledenjačkim strijama unutar konglomerata upućivao je na glaciogeni reljef, porijeklom isključivo iz podinske morene i to iz neposredne blizine jer inače strije ne bi bile sačuvane. Uz to litološki sastav proučenih konglomerata odgovara sastavu tila iz Paklenice. Sedimentološki i geomorfološki dokazi oledbe nadopunjuju jedan drugoga. Naime tijekom povlačenja leda nastaju različiti depozicijski reljefni oblici kao što su morene, kame terase, kotlići, sandar, eskeri, drumlini itd. Mogućnost očuvanja tijela poput bočne morene i kame terase vrlo je mala pa su rijetko opisani u nekadašnjim glacijalnim okolišima. Mogli su biti razoreni mlađom glacijacijom, no česće dolazi do kolapsa nekonsolidiranog sedimenta nakon povlačenja leda te se glacijalni materijal pretaloži i preoblikuje u sedimentna tijela poput aluvijalnih lepeza i biva definiran kao paraglacijalni reljefni oblik. S obzirom da je velika površina Dinarida sastavljena od vapnenaca i dolomita mezozoika, karbonatna podloga bila je izložena postglacijalnoj eroziji i karstifikaciji, osobito zbog velike količine vode nakon otapanja leda, što je umanjilo mogućnost očuvanja erozijskih oblika i samim time umanjilo vidljivost geomorfoloških tragova (Marjanac 2004).

5. Literatura

- Bogнар, A., Faivre, S., Pavelić, J., 1997. Tragovi oledbe na srednjem Velebitu, Senj.zb. 24, 1-16
- Bogнар, A., Prugovečki, I., 1997. Glaciation traces in the area of the Risnjak Mountain massif, Geol. croat., 50/2, 269-278, Zagreb.
- Faivre, S., Bogнар, A., 2006. Istraživanja geomorfoloških tragova Pleistocenske oledbe na sjevernom i srednjem Velebitu, Hrvatski glasnik 62/2, 19-30
- Marjanac, Lj., Marjanac, T., 2004. Glacial history of Croatian Adriatic and Coastal Dinarides. Developments In Quaternary Science, 2a, Elsevier, 19-26.
- Tandarić, N., 2010. Opća geomorfologija, skripta
- Šegota, T., Filipčić, A., 1996. Klimatologija za geografe, III. Izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 1963, 1-119.
- Šegota, T., 1963. Geografske osnove glacijacija, Geografski institut-sveučilište u Zagrebu.

Internetski izvori:

- <https://www.google.hr/search?tbm=isch&q=geologic+map+of+dinaric+alps&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwjImbq09rDWAhUEaxQKHeo1DBIQvwUIISgA&biw=1366&bih=662&dpr=1#imgsrc=rqOfA44pzBtykM>
- https://www.google.hr/search?q=dinaridi&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjg8pD4t7HWAhVHkRQKHcbTDXAQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgsrc=BQJuZOIH1-gfM

6. Sažetak

S obzirom da u današnje vrijeme još uvijek imamo primjerke ledenog pokrova iz proteklih glacijacija, upoznati smo s razaralačkim djelovanjem leda koji se još zove i egzaracija. Geomorfološki tragovi glacijacije očituju se u prepoznatljivim ostacima akumulacijskih i destrukcijskih ili egzaracijskih reljefnih oblika. Egzaracijom ledenjaci preoblikuju podlogu po kojoj se kreću, zaobljuju, produbljuju i ustrmljuju površinu te spadaju unajefikasnije denudacijske mehanizme na Zemlji. Egzaracijske destrukcijske reljefne oblike dijelimo na makrooblike i mikrooblike. Makrooblici su cirkovi i valovi ili glacijalne doline, a mikrooblici uglačane površine, strije i komčići. Akumulacijski reljefni oblici koji nastaju pod utjecajem leda su morene, eratički blokovi, terminalni bazeni, kotlići i drumlini. Unatoč egzogenim i endogenim procesima koji konstantno izmjenjuju izgled reljefa, geomorfološki tragovi pleistocenske glacijacije, s obzirom na recentnost događaja, još uvijek su dobro očuvani. Dinarsko područje, za čije je dijelovi dokazano da su bili obuhvaćeni glacijacijom, prostrano je te daje priliku za mnoga terenska istraživanja koja bi doprinjela stvaranju slike sveukupnog paleookoliša i paleoklime Dinarida. To je izvrstan prostor na kojem su mogućnosti za edukaciju izrazito velike ali ipak problem nedovoljnog istraživanja Dinarida tehničke su prirode. Nedostatak stručnjaka, primjerice palinologa koji bi analizirali glaciolakustrinske naslage na području Novigradskog mora i Starigrada kraj Paklenice, te manjak odgovarajuće opreme pomoću kojih bi se mogla datirati apsolutna starost kvartarnih naslaga razriješila bi problem stratigrafije, a podaci bi bili precizni i dostupni svima koji bi se htjeli nadovezali na rezultate istraživanja.

7. Summary

Because the examples of ice cover from past glaciations still exist today, we are familiar with the destructive effects of ice activity or ice erosion. Geomorphologic traces of glaciation could be seen in distinct remains of cumulative and destructive, or ice eroding terrain features. Glaciers are considered one of Earth's most effective denudative mechanisms, during abrasion, glaciers affect the bed morphing it, making the terrain smoother, lower and steeper. Destructive landforms are divided in two subgroups: macroforms and microforms. Macroforms are: cirque and glacial valleys and microforms are: polished surface, ice striation. Cumulative landforms developed through ice abrasion are: moreines, erratic blocks, kettles and drumlins. Even though terrain is constantly being changed due to effects of exogenous and endogenous processes, the geomorphologic traces of pleistocene glaciation are still fairly preserved. The vast Dinaric area, which is proven to be affected by glaciation, offers favorable circumstances for research which would contribute to creating an altogether image of paleoenvironments and paleoclimate of the Dinaric Alps. The Dinarides are a great basis for education although, mostly due to technical issues, not used to its full potential. The lack of experts, such as palynologists which would analyze glaciolacustrine deposits in the area of Novigrad sea and Starigrad near Paklenica, and the lack of required equipment, which could be used to date Quaternary deposits solving the stratigraphy issue, the data would then be precise and available to all future researchers. Furthermore, international collaboration would be a significant contribution to solving the current problem.